

JÄLJET PINNASSA

Kipsiseosmuotin vaikutus lasin pinnan laatuun uunivalussa

Eeva Lehto

Materiaalitutkimusraportti

Muotoilun koulutusohjelma

Muotoilun laitos

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

Aalto-yliopisto

31.03.2015

TIIVISTELMÄ

Tutkimukseni pyrkii selvittämään uunivalumuotin täyteaineen vaikutusta muotissa sulatetun lasin pinnan laatuun. Erilaisten muottiseosten valmistamisessa käytän kipsiseosmuottien täyteaineena kolmea hiukkaskooltaan erikokoista samottihiekkaa. Lisäksi valmistan jokaista polttoa kohden yhden verrokkimuotin, jossa uuteen muottimassaan sekoitetaan puolet jo kertaalleen poltettua muottimassaa.

Valan muotit aina kahden esivalmistetun lasikappaleen päälle, jotka muotin sisällä sulavat yhteen. Tavoitteena tutkimuksessa on hyödyntää muottiseoksen ominaisuuksia halutun taiteellisen lopputuloksen saavuttamiseksi tällä uunivalutekniikalla.

Samotin määrän vaihtelu muottiseoksissa tuotti koekappaleisiin hienovaraisia eroja, jotka erottuvat selkeimmin 0,2-2mm hiukkaskoon samotin kohdalla. Muottiseoksissa hiukkaskooltaan 0,2mm kokoinen samotti teki lasin pinnasta huurteisen ja matan. 0,2-1mm ja 0,2-2mm koon samottimuoteissa olleisiin lasikappaleisiin jäi pieniä pistemäisiä painaumuksia ja kirkkaampi pinta kuin toisiin. Verrokkimuotti teki lasin pinnasta lähes yhtä huurteisen kuin 0,2mm kokoinen samotti. Myöskään korkeampi polttolämpötila ei tehnyt radikaaleja eroja, vaikka muotin pinta toistuukin paremmin korkeammalla sulatetun lasin pinnassa.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	4
2 TUTKIMUKSEN TAUSTAA	5
2.1 Lasin uunivalutekniikka	6
2.2 Uunivalumuotit	7
2.3 Poltto	8
2.4 Investment mold –tekniikka	8
3 MENETELMÄ	9
3.1 Täyteaine	10
3.1 Polttolämpötila	12
4 TULOKSET	12
4.1 Poltto 1	12
4.2 Poltto 2	13
4.3 Poltto 3	14
5 YHTEENVETO	18
LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Materiaalitutkimukseni pyrkii selvittämään uunivalussa käytettävän kipsiseoksen täyteaineen vaikutusta muotissa sulatetun lasin pintaan. Tässä tutkimuksessa tarkastelen miten täyteaineen hiukkaskoko, sekä sen pitoisuus muottiseoksesta yhdessä polttolämpötilan kanssa vaikuttavat lasin pintaan uunivalussa.

Tutkimukseni kautta oppimaani tietoa aion hyödyntää myöhemmissä uunivaluprojekteissani. Mikäli eri hiukkaskoon täyteaineilla lasin pintaan tulee muutoksia, tuloksia voi käyttää halutun lopputuloksen kontrolloimiseen. Jos kipsiseosmuotin täyteaineen hiukkaskoolla ei ole väliä, voi sen valita toisin kuin visuaalisin perusteluin, kuten sen lujuuden ja hinnan mukaan.

Erilaisten muottiseosten valmistamisessa käytän kipsiseosmuottien täyteaineena kolmea hiukkaskooltaan erikokoista samottihiekkaa eli raakapollettua savea. Suoritan tutkimuksen uunivalut kolmessa eri polttolämpötilassa. Lisäksi jokaista polttoa kohden minulla on yksi muotti, jossa uuteen muottimassaan sekoitetaan puolet jo kertaalleen poltettua muottimassaa. Tämän verrokkimuotin avulla on tarkoitus tutkia onko eri menetelmällä valmistetulla uunivalumuotilla erilainen vaikutus lasin pintaan. Uunivalumuotin mallineena käytän vaha- tai savimallineen sijaan kuumasta lasista työstettyjä kappaleita, jotka valetaan suoraan kipsiseosmuotin sisälle.

Kiinnostus tutkimukseen heräsi aiemmin tehdyn uunivaluprojektin yhteydessä, jolloin käytin muutamissa muoteissa täyteaineena molokiittia ja toisissa hienojakoista samottia. Joihinkin uunissa valettuihin lasikappaleisiin jäi kirkas pinta, kun taas osaan tuli huurteisempi pinta. Näiden lasikappaleiden kohdalla jäi epäselväksi syntyikö huurteinen pinta eri täyteaineen vaikutuksista. Täyteaineen lisäksi lopputulokseen saattoi vaikuttaa myös muottien järjestys uunissa, sillä lämpö voi jakaantua uunin sisällä epätasaisesti.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Perehdyin lasin uunivalutekniikkaan syvemmin syksyllä 2014 Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun *Kokeellisen muotoilun projekti* –kurssilla. Käytin uunivalutekniikkaa kuumatyöstötekniikalla toteutettujen lasikappaleiden yhteen liittämiseen, sekä tuomaan lasin pintaan efektejä. Menetelmän etu oli useiden pienten lasikappaleiden sulattaminen yhteen kiinteiksi, useampien kappaleiden muodostamiksi moduuleiksi. Tämä oli hyödyllistä halutessani toistaa samaa perusmuotoa, kuten tein teoksessani *Hopeakylkiset* (ks. Kuva 1).



KUVA 1. Yksityiskohta teoksesta *Hopeakylkiset*, 2014, Eeva Lehto. (Kuva Eeva Lehto.)

Uunivalumuotteja valmistaessani käytin kahteen ensimmäiseen muottiin täyteaineena molokiittia, ja loppuihin kahdeksaan 0,2 millimetrin hiukkaskoon samottia. Samotti kipsiseosmuotin täyteaineena mahdollisti molokiittia kestävämmän muotin, mutta oletettavasti hivenen suuremman hiukkaskokonsa takia saattoi vaikuttaa lasin pintaan eri tavalla (Pelkonen 2014). Koin kuitenkin huurteisemmän näköisen pinnan työssäni toivotuksi elementiksi. Projektin jälkeen jäi epäselväksi, syntyikö toisten lasikappaleiden huurteisempi pinta samotista täyteaineena, vai vaikuttiko siihen jokin muu tekijä, kuten muottien sijainti uunissa, jolloin jotkut muoteista olisivat esimerkiksi lämmenneet enemmän kuin toiset lämmön epätasaisen jakautumisen takia.

Muotin pinnan kanssa kosketuksissa olevaan sulan lasin pintaan jää aina jälki tästä kontaktista. Lasilla on taipumus esimerkiksi reagoida kipsin kipsin sisältämän kalsiumin kanssa, joka voi aiheuttaa lasille mattapinnan. Myös muottiin tai lasiin jääneet epäpuhtaudet voivat tulla näkyviin uunivaletun lasin pinnassa. (Watkins-Baker 2010, 122.)

2.1 Lasin uunivalutekniikka

Lasin uunivalulla tarkoitetaan lasin sulattamista muottiin sisälle erillisessä polttouunissa. Uunivalulämpötilat ovat usein 800 – 900 °C astetta, jolloin lasi on koostumuksesta riippuen täysin sulaa ja juoksevaa. Lasia voidaan sulattaa uunivalumuottiin eri muodoissa, aina massiivisista lasikappaleista jauheeseen ja -murskaan. (Johansson 2005, 148; Kekäläinen 2013.) Edellytyksenä on, että käytetyt lasilaadut ovat keskenään yhteensopivia (Watkins-Baker 2010, 31). Mitä pienemmistä lasipartikkeleista sulatettava lasimassa koostuu, sitä enemmän jää valettuun lasiin pieniä ilmakuplia, jotka estävät valon kulkemisen kappaleen läpi ja tekevät lasista läpinäkymättömän. Suuremmista paloista sulatettuun lasikappaleeseen jää usein suurempia ilmakuplia, mutta vähemmän. Tämän vuoksi uunivaletusta lasikappaleesta tulee sitä läpikuultavampi mitä suuremmista paloista se on tehty.

2.2 Uunivalumuotit

Hyvä uunivalumuotti toistaa mallineen yksityiskohdat lasiin ja on kestävä käsitellä. Sillä tulee olla hyvä lämmönkestävyys eli sen lämpölaajenemisen täytyy olla lähellä lasin lämpölaajenemista. Lisäksi muottia valmistaessa on hyvä välttää terveydelle haitallisia ainesosia, kuten kvartsia.

Lasin uunivalumuoteissa käytetään kipsiseosta, jossa on usein kipsin lisänä samottia, molokiittia tai kvartsia. Pelkästä kipsistä tehdyt muotit eivät kestä polttoprosessia, vaan ne halkeavat ja hajoavat. Tämä johtuu siitä, että kipsiä kuumennettaessa sen kidevesi poistuu noin 350°C -asteessa ja kipsi haurastuu. Polttouunissa kipsimuotti lämpenee ulkopinnalta sisälle päin, jolloin muotin pinta kuivuu nopeammin ja kutistuu noin kaksi prosenttia. Muotin ydin ei ole vielä kuivunut, jolloin ulkopinnan kutistuminen aiheuttaa muotin pinnan suuntaisia halkeamia kipsiin. Piioksidipohjaisilla aineilla kipsimuotti saadaan kestävämmäksi, sillä näiden aineiden laajeneminen vastaa melkein kipsin kutistumista, jolloin muotin pinta ei kutistu eikä halkeamia muodostu.

Kvartsihiekan sijaan, jonka pöly terveydelle vaarallista, on muoteissa käytettäviä turvallisempia piioksidipohjaisia raaka-aineita, kuten kaoliini, molokiitti ja samotti. Hyvänä täyteaineena toimii myös luto eli kertaalleen käytetty muottimassa, jossa kipsi on kalsinoitunut eli sen kidevesi on haihtunut. Täyteaineen ja kipsin suhde on noin 2:1 raaka-aineiden painosta, sillä edellä mainittujen aineiden laajeneminen on vähäisempää kuin kipsin kutistuminen.

Uunivalumuotin sisään valetaan lujitteeksi lasikuitupaloja. Lujitteita tarvitaan, sillä vaikka kipsin puristelujuus on kestävä, sen heikko vetolujuus aiheuttaa halkeamia. Vetolujuutta voidaan myös lisätä estämällä halkeavia paloja liikkumasta paikoiltaan kananverkkokehikolla, joka sijoitetaan muotin sisään. Muotin ulkopuolella se hapettuu ja haurastuu pois, jolloin siitä ei ole hyötyä lujitteena. (Watkins-Baker 2010, 120; Levanto 2012.)

2.3 Poltto

Raaka-aineidensa vuoksi lasin uunivalumuotit kestävät korkeita lämpötiloja. Tärkeintä on hidas lämmitysvaihe 300 °C -asteeseen, jolla pyritään minimoimaan muottien halkeamat (Levanto 2012). Nosto 600 °C -asteesta tavoitelämpötilaan eli 800 – 900 °C -asteeseen tapahtuu nopeasti, jolloin vältetään lasin devitrifikoitumista, eli kiteiden muodostumista lasin pinnalle ja sisälle. Tavoitelämpötilassa lasi sulaa ja täyttää muotin. Jäähdytysvaiheessa lasi on vielä juoksevaa 800 – 500 °C -asteen kohdalla. Myös nopea jäähtyminen ensimmäiseen jäähdytyspisteeseen ehkäisee devitrifikoitumista. 400 – 500 °C -asteen jäähdytyslämpötilassa lasia haudutetaan, jotta sen lämpötila tasaantuu ja prosessin aikana syntyneet jännitykset vapautuvat lasimassasta. Tämän jälkeen uunin lämpötilaa lasketaan hitaasti huoneenlämpöön asti, jolloin ehkäistään uusien jännitysten syntyminen. Lämpötilaero yhden lasikappaleen eri osissa ei saisi ylittää yli 5 °C astetta. Lasikappaleen ja uunivalumuotin koko, sekä muotin umpinaisuus tai avonaisuus vaikuttavat myös lasin jäähtymiseen siten, että pienemmissä avomuoteissa oleva lasi jäähtyy paremmin. (Bullseye Glass, 2014.)

Polton jälkeen lasiuunimuotit yleensä hajotetaan, jotta niiden sisältö saadaan ulos. Muotit varaavat lämpöä, joten lasin lämpöshokin välttämiseksi muottien tulisi koostaan riippuen antaa jäähtyä sisältöineen vielä muutama tunti tai vuorokausi ennen niiden rikkomista kylmän veden avulla. (Watkins-Baker 2010, 38; Bullseye Glass, 2014.)

2.4 Investment mold -tekniikka

Investment mold –tekniikka syntyi teokseni Hopeakylkiset valmistamisen yhteydessä, enkä ole löytänyt tälle tekniikalle valmista termiä tai kuvausta. Lasin uunivalutekniikassa mallineena käytetään esimerkiksi savesta tai vahasta valmistettuja mallineita, mutta Investment mold –tekniikassa lasin uunivalumuotti valetaan suoraan esivalmistettujen lasikappaleiden päälle. Ennen uunivalumuotin valamista erilliset lasikappaleet liitetään yhteen liimalla tai muilla menetelmillä, kuten vahalla. Lasikappaleet jäävät muotin sisään eikä muottia täytetä enää uudestaan lasilla. Poltto ohjelmoidaan samoin perustein kuin lasin

uunivalutekniikassa. Onnistuneen polton jälkeen erillisinä valetut lasikappaleet ovat sulaneet täysin yhteen niistä kohdista, joista ne on liitetty yhteen ennen uunivalumuotin valamista.

Tavalliseen lasin uunivalutekniikkaan verrattuna investment mold –tekniikan etu on se, että investment mold –tekniikalla toteutetussa uunivalumuotissa lasi täyttää muotin kaikki osat. Lasin uunivalutekniikassa lasimassa painuu painovoiman avulla muottiin ja täyttää ne osat, jonne se pääsee valumaan. Investment mold –tekniikassa lasi on valmiina muotin kauimmaisissa osissa, joten sillä voi toteuttaa harvempia ja verkkomaisia muotoja. Investment mold –tekniikka tekee myös muottien valmistamisen helpommaksi, sillä niihin ei tarvitse tehdä vahan höyryttämistä varten vahakanavia, tai pois palavan aineksen ja lasin painumista muottiin mahdollistavia ilmakekanavia (Watkins-Baker 2010, 152).

3 MENETELMÄ

Tutkimusmenetelmänä on lasin uunivalumuottien valmistaminen investment mold –tekniikkaa käyttäen. Näin voin tutkimuksessani ottaa selvää miten eri muottiseokset vaikuttavat lasin pintaan, kun muotit on valmistettu investment mold –tekniikalla.

Esivalmistan lasin kuuma- ja kylmätyöstötekniikoilla 30 koekappaletta, jotka koostuvat kahdesta yhteen liimatusta lasikappaleesta. Teen näistä koekappaleista kolme koesarjaa, joista jokaiseen valmistan kymmenen erilaista kipsiseosmuottia. Kipsiseosmuotit ovat kaikissa koesarjoissa samat, mutta ne kuumennetaan eri polttolämpötiloissa.

Tutkimukseni kipsiseosmuottien täyteaineena käytän kolmea hiukkaskooltaan erikokoista samottihiekkaa. Valitsin samottihiekan täyteaineeksi, sillä se on hyvä lujike lasin uunivalumuoteissa (Pelkonen 2014). Lisäksi se on edullisempaa kuin kaoliini tai molokiitti,

sekä turvallisempaa kuin kvartsi tai kristobaliitti (Levanto 2012).

3.1 Täyteaine

Valitsin tutkimuksessani käytettäväksi raaka-aineiksi karkeusasteiltaan erilaiset samottihiekat, jotka ovat hiukkaskooltaan 0,2mm, 0,2-1mm ja 0,2-2mm. Jokaiseen koesarjaan tulee eri samottilaatuja kolmessa eri pitoisuudessa. Niiden osuus muottiseoksessa on 40, 50 ja 60 prosenttia painosta. Taulukko 1 kertoo tutkimuksessani käytettävien raaka-aineiden määrän kolmessa eri muottiseoksessa, joissa samotin osuus painosta vaihtelee. Jokaisesta kolmesta hiukkaskooltaan eri kokoisesta samottihiekasta valmistetaan taulukon mukaan kolme eri muottiseosta. Taulukossa mainittujen ainesosien lisäksi muotin sisälle tulee lasikuitupaloja limittäin mallineen ympärille.

TAULUKKO 1. Kipsimuottiseoksen raaka-aineet ja niiden määrä, kun samotin osuus muottiseoksessa vaihtelee.

	Muotti 1	Muotti 2	Muotti 3
Samotin osuus muottiseoksesta	40%	50%	60%
Samotin määrä	680 g	850 g	1020 g
Kipsin määrä	1020 g	850 g	1020 g
Veden määrä	1333 ml	1333ml	1333ml

Tutkimuksessani jokaisessa koesarjassa on yksi muotti, joka on valmistettu täyteaineenaan Riikka Latva-Sompilta saatu kertaalleen poltettu pronssivalumuottimassa. Valmistan tämän muotin niin, että poltettua pronssivalumuottimassaa tulee 50% seoksesta, kipsiä 25% ja 0,2-1mm:n koon samottia 25% (Latva-Somppi 2015). Valitsin tämän menetelmän

tutkimukseeni verrokkimateriaaliksi, jonka avulla voin selvittää vaikuttaako erilaisesta materiaalista koostuva täyteaine lopputulokseen. Taulukko 2 kertoo verrokkimuotissa käytettävien aineiden määrät tutkimuksessani. Taulukossa mainittujen ainesosien lisäksi muotin sisälle tulee lasikuitupaloja limittäin mallineen ympärille. Poltettu pronssivalumuottimassa sisältää kalsinoitunutta kipsiä, alumiinioksidia Al_2O_3 , punatiilimurskaa ja lasikuitua (Latva-Somppi 2015.) Poltetun muottiaineen partikkelikoko on tutkimuksessani 0,2 millimetristä noin 5 millimetrin kokoisiin muotin paloihin.

TAULUKKO 2. Verrokkimuotin ainesosat ja niiden määrä.

Poltettu muottimassa	Samotti	Kipsi	Vesi
850 g	425 g	425 g	1333ml

Kaikissa koesarjojen muoteissa käytettävä kipsi on Supraduro-kipsiä. Supraduron kipsi/vesi suhde on raaka-aineen myyjän Kerasilin antaman tuoteselosteen mukaan 1,49 – 1,61:1. Sekoitusaika ilman täyteainetta on 2 – 4 minuuttia sekoitettavasta määrästä riippuen ja valuaika 10 – 15 minuuttia. Supraduron laajentuma on <0,24% ja puristelujuus 25N/mm² (Kerasil, 2015.)

3.2 Polttolämpötila

Koesarjojen tavoitelämpötiloina käytän 800, 850 ja 900 °C -astetta. Eri polttolämpötilojen käyttäminen tutkimuksessani on oleellista, sillä mitä korkeammassa lämpötilassa lasia sulatetaan muotin sisällä, sitä paremmin se sulaa ja täyttää muotin kaikki kolot, jolloin

muotin pinnan kuviointi toistuu erittäin tarkasti lasin pintaan (Bullseye Glass, 2014). Koesarjojen sulattamiseen käytän Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun lasistudion uunia numero 10.

4 TULOKSET

Kaikki tutkimukseeni valmistamani lasin uunivalumuotit tuottivat erilaisen lopputuloksen lasin pintaan. Erot ovat hienovaraisia, mutta kuitenkin paljaalla silmällä havaittavissa. Olen jakanut tutkimuksen tulokset kolmeen vaiheeseen eri polttolämpötilojen mukaan.

4.1 Poltto 1

Ensimmäisen koesarjan polttolämpötila oli 800 °C -astetta. Koekappaleissa erottui selkeimmin täyteaineena olleen samotin eri hiukkaskokojen vaikutus. 0,2mm hiukkaskoon samotti muotin täyteaineena tuotti lasiin tasaisen matan ja huurteisen pinnan. Näissä uunivalumuoteissa olleet koekappaleet erottuvat selkeimmin muista. 0,2-1mm ja 0,2-2mm koon samottimuoteissa olleisiin koekappaleisiin jäi pieniä pistemäisiä painaumuksia ja kirkkaampi pinta kuin niihin koekappaleisiin, jotka olivat 0,2mm koon samottimuoteissa. Voimakkaimmin nämä painaumat ja pinnan kirkkaus näkyy 0,2-2mm samottimuoteissa olleiden koekappaleiden kohdalla. Verrokkimuotissa olleen lasin pinta muistuttaa 0,2mm koon samottimuoteissa olleiden koekappaleiden pintaa, mutta on hieman karkeampi.

Samotin pitoisuuden erot muottiseoksissa erottuvat parhaiten 0,2-2mm hiukkaskoon samottimuottien kohdalla. Kirkkain pinta on koekappaleessa, jonka uunivalumuotissa samotin pitoisuus oli 40% muottiseoksen painosta, kuten näkyy kuvasta 2 (ks. Kuva 2). Pistemäisten painaumien määrä ja pinnan sameus kasvavat koekappaleissa, joiden uunivalumuottien samottipitoisuus on ollut suurempi. Tämä näkyy myös 0,2-1mm hiukkaskoon samottimuoteissa olleiden koekappaleiden kohdalla, mutta ei yhtä voimakkaasti. Pitoisuuksien erot erottuvat heikoimmin 0,2mm koon samottimuoteissa olleissa koekappaleissa ja vain läheltä tarkasteltuna.



KUVA 2. 800°C -asteessa poltetut koekappaleet, joiden uunivalumuottien täyteaineena on ollut 0,2-2mm hiukkaskoon samottia. Kuvassa näkyvien koekappaleiden uunivalumuottien samottipitoisuudet ovat olleet vasemmalta oikealle 40%, 50% ja 60%.

Liima jäi koekappaleiden sisälle ja näkyy harmaina jälkinä ja kuplina lasin sisällä, kuten näkyy kuvassa 3 oikeanpuolimmaisessa lasikappaleessa (ks. Kuva 3). Harmaat liimajäljet ovat niissä kohdissa, joista esivalmistetut lasikappaleet on liimattu yhteen.

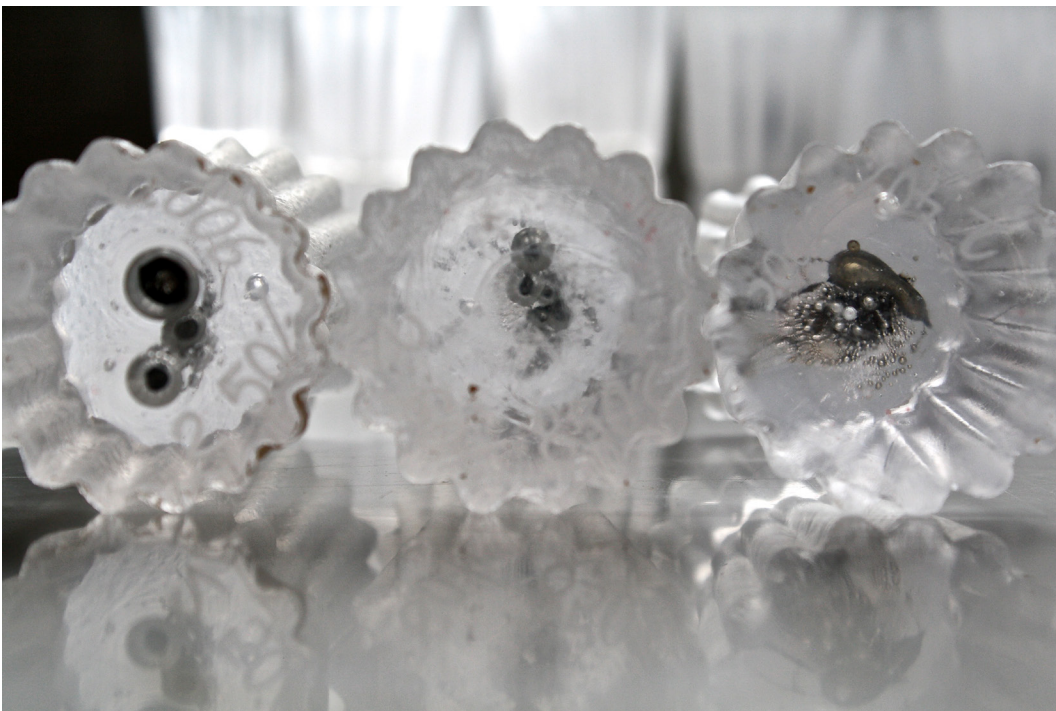
4.2 Poltto 2

Toinen koesarja poltettiin 850 °C -asteessa. Samotin eri hiukkaskokojen vaikutus uunivalumuottien täyteaineena erottuu selkeänä, mutta 0,2-1mm ja 0,2-2mm koon samottimuoteissa olleet lasikappaleet muistuttavat hieman enemmän toisiaan kuin ensimmäisessä koesarjassa. Lisäksi kummankin 0,2-1mm ja 0,2-2mm koon samottimuottien kohdalla pinnan sumeus on lisääntynyt ja kirkkaus vähentynyt. Myös pistemäisten painaumien määrä on lisääntynyt. 0,2-2mm koon samottimuoteissa olleissa koekappaleissa nämä pinnan ominaisuudet näkyvät voimakkaimmin. 0,2mm koon samottimuoteissa olleet koekappaleet erottuvat selkeästi huurteisimpina ja mattapintaaisimpina. Koekappaleiden pinnassa näkyy myös hentoja pistemäisiä painaumuksia

eikä pinnan laatu ole niin tasainen kuin ensimmäisessä koesarjassa. Verrokkimuotissa ollut koekappale muistuttaa 0,2mm koon samottimuoteissa olleita koekappaleita, mutta sen pinta on hivenen rosoisempi ja pistemäiset painaumat erottuvat paremmin.

Uunivalumuottien samottipitoisuuksien vaihtelut erottuvat hienovaraisesti niin, että pinnan sumeus ja pistemäisten painaumien määrä on lisääntynyt samottipitoisuuden kasvaessa. Pitoisuuksien erot näkyvät selkeimmin 0,2-1mm ja 0,2-2mm koon samottimuoteissa olleiden koekappaleiden kohdalla. Kaikissa koekappaleissa uunivalumuotin samotin pitoisuuden vaihtelun erottaminen on vaikeampaa kuin ensimmäisessä koesarjassa.

Lasin sisälle jäänyt liima näkyy koekappaleiden sisällä harmaareunaisina kuplina, jotka ovat nousseet lähemmäksi lasin pintaa, joka ei ole ollut kosketuksissa uunivalumuotin kanssa. Kuvassa 3 näkyvässä keskimmaisessä lasikappaleessa liimaa sisältävät ilmakuplat ovat nousseet lasikappaleen keskiosasta kohti pintaa (ks. Kuva 3).



KUVA 3. Koekappaleiden sisälle jäänyt liima näkyy lasin sisällä harmaina jälkinä ja ilmakuplina. Kuvassa esiintyvät kolme koekappaletta on poltettu oikealta vasemmalle 800 C, 850 C ja 900 C -asteessa. Matalimmassa lämpötilassa liima ei ole vielä alkanut kohota ilmakuplien mukana kohti

pintaa. 900 C -asteessa ilmakuplat ovat ehtineet kuljettaa liiman lasin pintaan asti ja muodostaneet kraattereita lasin pintaan.

4.3 Poltto 3

Kolmannen koesarjan polttolämpötila oli 900 °C -astetta. Kaikissa koekappaleissa pistemäisten painaumien ja sumeuden määrä on lisääntynyt ensimmäiseen ja toiseen koesarjaan verrattuna. Pistemäisten painaumien lisäksi koekappaleissa on myös rosoisia painaumuksia, jotka erottuvat kirkkaampina kuin muuten sumea pinta. Nämä lasin pinnan ominaisuudet erottuvat selkeimmin 0,2-2mm koon samottimuoteissa olleissa koekappaleissa ja heikoimmin 0,2mm koon samottimuoteissa, joiden sisällä olleet koekappaleet ovat edelleen huurteisempia ja mattapintaisempia kuin toiset. Verrokkimuotissa ollut koekappale muistuttaa 0,2mm koon samottimuoteissa olleita koekappaleita sen pinnan ollessa hieman rosoisempi ja sumeampi.

Pistemäisten painaumien määrä ei lisääntynyt enää silmällä havaittavasti samotin määrän kasvaessa. Koekappaleet joiden uunivalumuottien samottipitoisuus on ollut suurempi, ovat pinnaltaan hieman sumeampia kuin ne joiden uunivalumuottien samottipitoisuus on ollut pienempi. Pitoisuuksien aiheuttamat erot ovat vaikeammin havaittavissa kuin aiemmissa koesarjoissa.

Koekappaleiden sisälle jäänyt liima on noussut harmaareunaisina kuplina siihen lasin pintaan, joka ei ole ollut kosketuksissa muotin kanssa. Kuplat, jotka ovat nousseet korkeimmalle näkyvät kraattereina lasin pinnassa, kuten näkyy kuvassa 3 (ks. Kuva 3).

Samottien eri hiukkaskokojen erot näkyvät parhaiten matalimmassa polttolämpötilassa kuumennettujen koekappaleiden kohdalla. Polttolämpötilan kasvaessa pinnan rosoisuus ja läpinäkyväisyys lisääntyy, kuten näkyy kuvassa 4 (ks. Kuva 4). Kuvassa näkyy polttolämpötilan, sekä eri hiukkaskoon samottien aiheuttamat erot koekappaleissa. Ylimmän rivin koekappaleet ovat olleet muoteissa, joiden samotin hiukkaskoko on ollut 0,2mm, keskimmäisen rivin 0,2-1mm ja alimman rivin 0,2-2mm. Jokainen kuvassa näkyvä

koekappale on ollut muotissa, jonka samotin osuus on ollut 50% raaka-aineiden painosta. Koekappaleet ovat kuvassa jokaisella rivillä niin, että vasemmanpuolimmainen on kuumennettu 800 °C -asteessa, keskimmäinen 850 °C -asteessa ja oikeanpuolimmainen 900 °C -asteessa.



Kuva 4. Koekappaleet, joiden muottien samotin hiukkaskoko on ollut ylhäältä alaspäin 0,2mm, 0,2-1mm ja 0,2-2mm. Jokaisen koekappaleen uunivalumuotissa samotin osuus on ollut 50%.

Koekappaleiden polttolämpötilat ovat olleet jokaisella rivillä vasemmalta oikealle 800, 850 ja 900 °C -astetta.

5 YHTEENVETO

Tutkimukseni osoitti, että uunivalumuotissa käytettävän samotin hiukkaskoko vaikuttaa lasin pinnan laatuun. Lasin pintaan vaikuttaa myös polttolämpötila, sekä samotin osuus uunivalumuotin raaka-aineiden painosta. Koekappaleiden väliset erot ovat kuitenkin hyvin hienovaraisia ja suurin osa eroavaisuuksista on havaittavissa vain läheltä tarkasteltaessa.

Eniten muista koekappaleista eroavat ne koekappaleet, jotka ovat olleet 0,2mm kokoista samottia sisältävissä uunivalumuoteissa. Niiden pinta on kaikissa polttolämpötiloissa kuumennettuna selkeästi erilainen muihin verrattuna. Saman kokoista samottia, mutta eri pitoisuuksia sisältävissä uunivalumuoteissa olleiden koekappaleiden väliset erot ovat vaikeimmin havaittavissa.

Polttolämpötilat vaikuttavat lasin pintaan niin, että korkeimmassa lämpötilassa kuumennetuissa koekappaleissa muotin pinta toistuu tarkemmin ja voimakkaammin, kuten olin olettanut. Samotin osuus uunivalumuotissa käytettyjen raaka-aineiden painosta ei ole kuitenkaan selkeämmin havaittavissa mitä korkeampi lämpötila on kyseessä.

Verrokkimuotit tekivät lasin pinnasta lähes samanlaisen kuin 0,2mm hiukkaskoon samottimuotit. Tämä osoittaa, että muotti jonka valmistustapa ja raaka-aineet eroavat eniten muista tutkimuksessani käytetyistä uunivalumuoteista ei kuitenkaan vaikuta lasin pinnan laatuun erilaisella tavalla.

Huomionarvoinen löydös tutkimuksessani on myös liiman jättämä harmaa jälki sen jäädessä lasin sisälle koekappaleissa. Aiemmassa investment mold –tekniikalla tehdyssä uunivalutyössäni yhteen liimattuihin lasikappaleisiin ei jäänyt minkäänlaisia jälkiä liimasta. Näiden lasikappaleiden yhteen liimattu pinta oli kuitenkin pienempi kuin tämän materiaalitutkimukseni koekappaleiden liitetyt pinnat. Koekappaleisiin tuli siis enemmän liimaa ja liiman ympärille jäi enemmän lasia. Esivalmistettujen lasikappaleiden yhteen asetetut pinnat eivät olleet myöskään täysin tasaiset, joten niiden väliin saattoi jäädä ilmaa, joka muodosti liimaa sisältäviä ilmakuplia lasin sisälle.

Näiden tuloksien perusteella voi päätellä, että uunivalumuotin raaka-aineilla on merkitystä lasin pinnan laadun suhteen. Eri hiukkaskoon samotteja voi siis hyödyntää jonkun tietyn

esteettisen lopputuloksen saavuttamiseksi lasin uunivalussa, mutta huomattavan suuria vaikutuksia niillä ei kuitenkaan tähän tarkoitukseen ole. Hienovaraisten erojen saavuttamiseksi niitä voi kuitenkin käyttää.

LÄHTEET

Johansson, L.G. 2005. Glastillverkning. Artikkeliteoksessa Flyst, E. (toim.) Boken om glas. Glafo, Glasforskningsinstitutet. Växjö.

Watkins-Baker, H. 2010. Kiln forming glass. The Crowood Press Ltd.

Internetlähteet

Tulostettu 01.04.2014

Kekäläinen, P. 2013. Lasin uunitekniikat.

http://www.paivikekalainen.fi/lasi/lasi_uunitekn.php

Tulostettu 01.04.2015

Levanto, L. 2012. Kipsiseosmuotit 1. Materiaalit. <http://lauri.lsd.dk/lasi/tarv/kipsi-muot1.php>

Tulostettu 01.04.2015

https://www.bullseyeglass.com/images/stories/bullseye/PDF/TechNotes/technotes_04.pdf

Tulostettu 01.04.2015

<http://www.kerasil.fi/Kipsi-Supraduro-saekki-25-kg>

Muut lähteet

Latva-Somppi, R. 2015. Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun tuntiopettaja. Henkilökohtainen tiedonanto 19.03.2015.

Pelkonen, T. 2014. Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun keramiikkastudion harjoitusmestari. Henkilökohtainen tiedonanto 01.12.2014.